

산을 이용한 방사성 폐 오일 내 우라늄 저감 실험

김 재 건 · 김 현 권 · 김 승 재 · 김 병 래 · 박 근 택

고려검사주식회사

E-mail: viilovevii@naver.com

중심어 : 방사성 폐 오일, 우라늄, HNO_3 , H_2SO_4 , 자체처분

서 론

원자력연료 가공시설에서는 원자력연료 생산을 하는 과정 속에서 많은 기계류 등을 사용하는데 기계의 사용과 함께 발생하는 것이 윤활유, 유압유 등의 폐 오일이다. 본 실험은 원자력연료 가공시설에서 발생하는 폐 오일을 자체처분 하기위한 우라늄 농도 저감을 목표로 실시되었다. 자체처분을 위한 피폭선량평가 결과 유도된 자체처분 제한치는 0.0786Bq/g이다.

실험 방법

핵연료 가공시설에서 발생하는 폐 오일 내 우라늄 농도 저감 실험 방법으로 산을 이용한 폐 오일 내 우라늄 농도 저감 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 산의 종류는 63% HNO_3 과 98% H_2SO_4 이다. 핵연료 가공시설에서 발생된 폐 오일 내 우라늄을 제거한 후 자체처분하기 위하여 산을 이용한 우라늄 농도 저감 실험을 실시하였으며, 이 과정에서 폐 오일을 질산 세척의 방법으로 제염하면 폐 오일 내 우라늄이 일부분 제거되는 현상이 나타났지만 자체처분 제한치를 만족하지는 못했다. 일반산업용 폐 오일 정제 방법인 황산 백토 처리법, 이온정제법, 필터처리법 등을 적용하여 처리했지만 만족 할 만한 결과를 얻지 못했다. 하지만 실험 중에 황산이 산화성분을 응집제거하는 것을 이용해 63% HNO_3 으로 폐 오일속의 우라늄을 이온화시

킨 후 98% H_2SO_4 을 폐 오일에 투입해 우라늄을 응집 제거한다는 가설을 세워 본 실험을 하게 되었다. 실험은 2가지로 나누어서 실시하였다. 실험에서는 피폭선량평가 결과 유도된 자체처분 제한치 보다 낮은 0.05Bq/g로 기준치를 정했다. 첫번째 실험은 일정량의 방사성폐 오일을 같은 온도 조건에서의 질산과 황산에 비율의 변화를 주어 기준치를 만족하는 산의 적정비율을 찾는 실험을 한다. 적정비율이란, 최소의 투입량으로 최대의 효과를 얻을 수 있는 비율을 의미한다. 두번째 실험은 일정량의 폐 오일에 산을 적정비율로 투입해 적정온도를 찾는 실험을 한다. 적정온도란, 산 용액의 적정비율에 대한 최소의 가열을 통해 최대의 효과를 볼 수 있는 온도를 의미한다. 폐 오일 시료는 원자력연료 가공시설에서 발생되어 200L 드럼에 담아둔 폐 오일을 사용했다. 첫번째 실험 시료는 200L 드럼속의 폐 오일을 교반기를 사용해 10분간 교반후 시료를 채취했다. 폐 오일 내 방사능농도는 3.3 Bq/g이었다. 1,000ml의 beaker에 폐 오일 시료를 500ml씩 넣고 가열교반기로 교반 및 가열했다. 교반 속도는 300 rpm, 가열온도는 100℃로 했다. 폐 오일의 온도를 확인하고 일정량의 63% HNO_3 이 투입된 폐 오일에 98% H_2SO_4 를 투입하면서 변화를 지켜본 후 적정 황산량을 찾고, 일정량의 98% H_2SO_4 이 투입된 폐 오일에 63% HNO_3 을 투입 하면서 변화를 지켜봤다. 투입이 완료된 후 폐 오일은 상온에서 침전물을 형성한다.

침전 시간은 폐 오일의 온도가 상온이 되도록 24시간 동안 두었다. 침전이 완료된 후 폐 오일은 젤 상태의 침전물과 폐 오일로 분리되어 침전되었다. 폐 오

일의 상등액을 marinelli beaker에 담아 감마핵종분석기로 측정하였다. 적정비율을 찾을 때까지 반복 실험한다. 두번째 실험의 시료도 첫번째 실험과 같은 폐오일을 사용하고 실험시 조건은 온도를 제외하고 첫번째 실험과 동일하게 한다. 우선 폐 오일을 가열하지 않고 63% HNO₃ 투입 후 온도, 98% H₂SO₄ 투입 후 온도 변화를 살펴본 후 실험한다. 방사성폐 오일 온도를 50℃에서부터 10℃ 단위로 올리면서 100℃까지 실험을 한다. 침전 후 감마핵종분석의 방법으로 방사능 농도를 측정하고 자체처분 기준치에 가장 가까운 값으로부터 온도를 낮추면서 반복실험을 통해 적정온도를 찾아낸다.

결과 및 고찰

첫번째 실험을 통해 얻은 데이터는 Fig. 1 과 같다. Fig. 1 에서 보듯이 63% HNO₃ 20ml에 대한 황산의 비율은 30ml를 투입해 0.021Bq/g 결과를 얻었다. 98% H₂SO₄ 30ml 에 대한 질산의 적정비율은 10ml 투입했을 때 0.0465Bq/g의 값을 얻을 수 있었다. 방사성폐 오일의 우라늄저감의 최대 효율을 얻을 수 있는 비율은 63% HNO₃ 10ml (2%vol), 98% H₂SO₄ 30ml (6%vol)이라는 값을 얻었다. 표.2에서는 적정 비율에 대한 온도변화에 따른 결과값이다. 폐 오일의 온도가 88℃에서 기준치값 미만 0.0489 Bq/g 값을 얻었다.

Fig. 1. 산의 적정비율에 따른 방사능량
(방사성 폐 오일 500ml, 100℃에 대한 산의 비율)

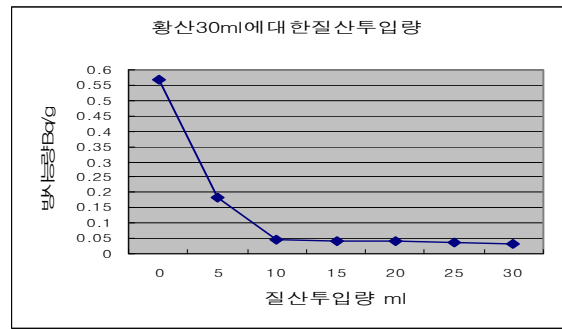
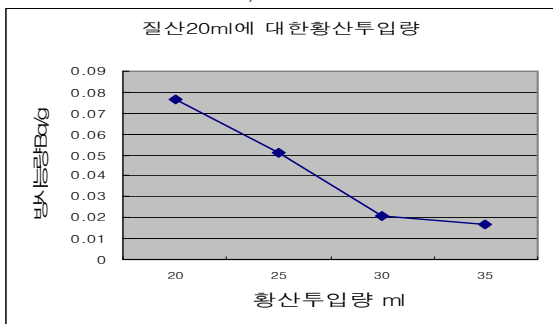
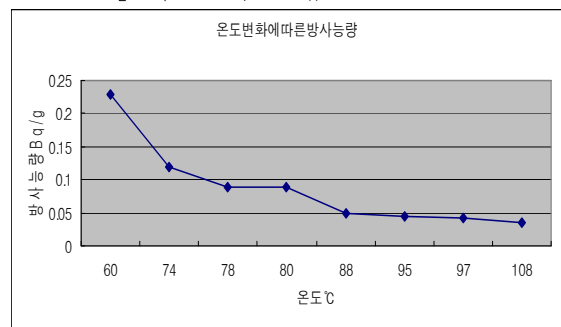


Fig. 2. 온도변화에 따른 방사능량
(방사성 폐 오일 500ml, HNO₃ 10ml(2%vol), H₂SO₄ 30ml (6%vol))



결론

핵연료 가공시설에서 발생하는 폐 오일 내 우라늄 농도 저감을 위한 실험에서 산의 비율이 63% HNO₃ 10ml(2%vol), 98% H₂SO₄ 30ml (6%vol)의 비율로 투입하여 반응 시켰을때 방사능 농도가 자체처분 제한치를 만족하는 결과값을 얻을 수 있었고, 가장 적절한 반응 온도값으로 88℃를 얻었다. 폐 오일을 화학처리할 경우 2차폐기물인 침전물의 양은 실험 시료 부피의 1/10 수준으로 나타났다. 실험을 통해서 폐 오일을 자체처분 할 수 있다는 가능성을 확인했고, 다량의 폐 오일도 Pilot Test 를 통한 추가 실험을 할 경우 충분히 처리할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다. 향후 2차폐기물 발생량 최소화 및 침전물의 안정화 방안에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

1. 물리 화학적 수처리 원리와 응용 - 곽중윤
2. 석유화학공업 - 정기현
3. 고분자 화학 - 김영백, 이후성